

Orsini, Amandine. Systèmes complexes. In Estève Adrien, Ollitrault, Sylvie, Orsini, Amandine, Persico, Simon, Villalba, Bruno and Mathilde, Alain. *Dictionnaire d'écologie politique*. 2025. Paris: Presses de Sciences Po, 529-532.

Systèmes complexes

Le concept de « systèmes complexes » vient des sciences dites exactes, et notamment de la biologie et la physique. Et pourtant, il est importé dès 1990 en sciences humaines et sociales pour permettre proposer de nouveaux modes de gouvernance de l'environnement.

De la biologie au droit international : mimer la nature pour mieux la gouverner

En biologie, les colonies de fourmis, les colonies d'abeilles, le cerveau humain, sont autant de systèmes complexes. « Système » car ils sont formés de plusieurs unités qui, ensemble, forment un tout différent de la somme de ces unités. Ce système a donc une certaine autonomie, il existe en soi. « Complexe » non pas qu'il soit particulièrement compliqué, mais son état est dynamique et son évolution particulièrement difficile à prévoir, et donc complexe à déterminer. Par ailleurs les systèmes complexes sont « des systèmes ouverts » (Orsini et al. 2020). La mise en commun de ces deux mots invite à remplacer des modèles basés sur des unités isolées et analysées de façon très linéaire (comme la biologie de l'évolution, ou la physique newtonienne) par des modélisations basées sur l'interdépendances des entités et sur l'importance de leurs dynamiques collectives.

Les approches par « systèmes complexes » sont proposées en sciences exactes pour dépasser les modèles dominants linéaires qui n'expliquent les évolutions du vivant ou des astres de façon satisfaisante. Face aux difficultés pour résoudre la crise écologique mondiale, plusieurs chercheur.e.s proposent ainsi un tournant similaire en sciences humaines et sociales : si la nature est formée de systèmes complexes, pourquoi ne pas développer des systèmes complexes pour la gouverner ? Dès 1990 le sociologue Edgar Morin propose la pensée complexe pour relever le défi de la complexité du monde (Morin 1990) qui ne cesse de se renforcer (Day 2024). Par exemple, alors que les limites des accords internationaux d'environnement pris individuellement sont flagrantes (le seul vrai succès à l'heure actuel étant celui du Protocole de Montréal de 1987 sur la couche d'ozone), pourquoi ne pas les considérer dans leur ensemble, comme un système juridique complexe ? (Kim et Mackey 2014). Cela permet notamment d'analyser comment certaines normes, par exemple de précaution, voyagent dans ce système complexe, et d'élaborer des recommandations à ce sujet.

Les caractéristiques des systèmes complexes

Pour pouvoir envisager de les répliquer pour la gouvernance de l'environnement planétaire, il est important de comprendre les propriétés des systèmes complexes. La première propriété identifiée est celle de l'auto-organisation. Les systèmes complexes ne sont pas hiérarchiques et statiques, mais sont formés d'interactions multiples entre unités équivalentes, qui échangent constamment des informations par boucles de rétroaction. Ainsi, de la même façon

que toutes les composantes d'un écosystème sont essentielles à son fonctionnement, la gouvernance par les systèmes complexes prône une horizontalité entre les structures, et la mise en place de procédés de feedbacks permanents pour une autogestion. C'est une gouvernance polycentrique mais en perpétuel mouvement. Plutôt qu'une unique organisation centralisée, certains auteurs prônent ainsi la mise en place d'institutions fractales, où la structure de gouvernance horizontale se répliquerait à tous les niveaux, en harmonie avec le tout (Le Prestre, 2017), comme par exemple pour des communautés d'énergie renouvelables locales, régionales puis en réseaux nationaux.

Une deuxième propriété est l'émergence. Le système peut en effet à tout moment évoluer et prendre de nouvelles formes, ou certaines unités apparaître, d'autres disparaître. Une colonie d'abeilles fait face à des changements au cours des saisons et au cours du temps en fonction par exemple de la population totale d'abeilles qui la compose. Le changement est donc essentiel dans les systèmes complexes. L'émergence en gouvernance appelle à l'importance de l'innovation mais dans un système collectif. Adam Day indique ainsi que plutôt que de réformer les institutions internationales existantes, les États devraient investir plus d'énergie à rétablir les liens existants entre elles, ce qui leur donnerait plus de malléabilité (Day 2024).

La troisième caractéristique est l'adaptation. En effet, la coévolution au sein des systèmes complexes leur permet de s'adapter pour assurer : (i) un équilibre quand les unités n'ont pas besoin de changer de rôle, équilibre qui se maintient au cours du temps, et (ii) de la résilience, pour un retour à la stabilité en cas de catastrophes. L'exemple de la régénérescence des forêts après un feu est un exemple typique de sciences naturelles. La multiplication des accords bilatéraux commerciaux impliquant des conditionnalités environnementales après la « chute » de l'Organisation mondiale pour le commerce en est un pour les sciences sociales.

Avantages et inconvénients de l'approche par la complexité

Une des grandes forces des systèmes complexes est de comprendre le monde comme un tout et de proposer de l'appréhender à des échelles différentes mais complémentaires. A première vue les systèmes complexes ont des frontières difficiles à cerner, dépendant de l'échelle d'analyse (colonie de fourmis, écosystèmes, univers). L'endroit où l'on met la focale est donc décisif pour « penser l'émancipation et les solidarités sociales et écologiques. En explicitant le système, son dedans et son dehors » (Delay et al. 2022 : 156). Comprendre ces différentes dimensions ouvre de nouvelles perspectives. L'approche systémique permet aussi « de replacer l'éthique socio-environnementale pour repenser la place des humains et non-humains dans l'espace » (Delay et al. 2022 : 159) puisque, importée de sciences exactes, les approches par les systèmes complexes apportent une attention particulière au vivant.

Deux points d'attention cependant. Un travers de la caractéristique d'adaptation serait de penser que celle-ci est toujours possible et que le système ne peut pas connaître de rupture puisque « l'accumulation de facteurs de rupture risque de passer longtemps inaperçue » (Bernard de Raymond 2023 : para 9). Au contraire, il est essentiel d'analyser les risques de basculements des écosystèmes et des institutions qui les gèrent. Par ailleurs, l'approche par les systèmes complexes a pour l'instant davantage été utilisée comme une approche exhortative, appelant à un changement de gouvernance, mais a peu été mise en pratique. En effet, alors que les propriétés des systèmes complexes sont particulièrement innovantes, elles

demandent un profond changement de la façon dont est pensée la gouvernance des questions environnementales, à toutes les échelles.

Références

Day, Adam. 2024. *The Forever Crisis Adaptive Global Governance for an Era of Accelerating Complexity*. Routledge.

Delay, Etienne, Müller, Jean Pierre, et Sigrid Aubert. 2022. Repenser la gouvernance des systèmes complexes. In : Les communs - Un autre récit pour la coopération territoriale. Aubert Sigrid (ed.), Botta Aurélie (ed.). Versailles : Ed. Quae, 141-159.

Bernard de Raymond, Antoine. 2023. La société comme « système complexe ». Vers une physique du monde social ? *Revue d'anthropologie des connaissances*. 17(3). <https://doi.org/10.4000/rac.30519>.

Kim, Rakhyun E. et Brendan Mackey. 2014. International Environmental Law as a Complex Adaptive System. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 14 (1), 5-24.

Le Prestre, Philippe. 2017. *Global Ecopolitics Revisited Towards a complex governance of global environmental problems*. Routledge.

Morin Edgar. 1990. *Introduction à la pensée complexe*. Paris : Le Points.

Orsini, Amandine, Le Prestre, Philippe, Haas, Peter M., Brosig, Malte, Pattberg, Philipp, Widerberg, Oscar, Gomez-Mera, Laura, Morin, Jean-Frédéric, Harrison, Neil E., Geyer, Robert et David Chandler. 2020. Complex Systems and International Governance. *International Studies Review*, 22(4): 1008–1038.

Voir aussi : Autogestion ; Catastrophes ; Complexes de régimes ; Droit international de l'environnement ; Gouvernance polycentrique ; Vivant ;